

2021 年全国职业院校技能大赛高职组  
“数控机床装调与技术改造”实操比赛  
(GZ2021016)  
【公开题】

(总时间：6 小时)

任  
务  
书

场 次：

工位号：

## 一、选手须知

请各位选手赛前务必仔细研读

1. 本任务书总分为 100 分，考试时间为 6 小时。
2. 选手在实操过程中应该遵守竞赛规则和安全守则，确保人身和设备安全。如有违反，则按照相关规定在考试的总成绩中扣除相应分值。
3. 记录表中数据用黑色水笔填写，表中数据文字涂改后无效。
4. 考试过程中考生不得使用自带 U 盘及其它移动设备拷贝相关文件。
5. 禁止使用相机及手机对试题进行拍照，否则取消考试资格。
6. 选手签字一律按照第二次抽签拿到的号码签字，不得实名签字。
7. 仅对任务三“数控维修”，参赛队在比赛过程中遇到排除故障部分的内容不能自行完成，可以选择放弃，放弃后由裁判通知工作人员进行故障排除，本环节选手已经查出故障的按规定给分，选手放弃后未查出的故障不给分，且每一个由工作人员排除的故障倒扣 2 分。如果工作人员排除故障的时间超过 15 分钟，由裁判记录时间并酌情加时。参赛队放弃任务三的机会只有一次，请求裁判验收任务三的机会只有一次。
8. 本任务书 24 页，赛卷记录表 13 页，附件 5 页，共计 42 页。如有缺页，请立即与裁判联系。

## 二、赛卷说明

1. 赛卷由“任务书”和“赛卷记录表”两部分构成，在比赛过程中需按照任务书的要求完成，需要填写的测量数据、参数修改位和修改值、绘制的图等，应按照任务书要求填入“赛卷记录表”相应的表格中。任务书由七个任务组成，分别是：任务一：数控机床电气装调（以下简称“电气装调”）；任务二：数控机床机械装调（以下简称“机械装调”）；任务三：数控机床故障诊断和排除（以下简称“数控维修”）；任务四：工业机器人对接数控机床上下料虚拟仿真（以下简称“虚拟制造仿真”）；任务五：数控机床功能开发（以下简称“数控功能开发”）；任务六：数控机床精度检验（以下简称“机床检验”）；任务七：工件试加工。在

任务过程中实施职业素养和安全意识评价。

2. 选手在任务一：电气装调中，设备上电前必须认真检查电源。选手自行连接的线路并认真自检后，须举手请求裁判和现场技术人员一起检查，检查中发现安全隐患，中止选手继续实施任务一，并扣除接线部分和功能实现分。检查后无安全隐患，则可上电，继续调试。同意上电后的调试中又出现短路等安全事故，中止继续实施任务一。

3. 选手在任务二：机械装调的精度检测环节中，在记录检测数据时，应向裁判示意，并经裁判确认方为有效。

4. 选手在任务三：数控维修环节中，完成自己所能排除的机床故障后，在赛卷记录表指定空格处填写“故障现象（报警号等）”“故障原因”“排除方法”，并仅有一次机会请求向裁判员验证，在裁判员的监督下，验证所完成的故障排除情况；每个故障项下面的“已排除（ ）”“未排除（ ）”“申请排除（ ）”，是现场裁判确认填写项，参赛选手不得填写。

5. 选手在任务四：虚拟制造仿真

（1）数控机床与虚拟制造仿真软件间的互联互通信号连接。完成后应向裁判申请验证。

（2）虚拟机器人实现对加工中心上下料流程的 PLC 程序开发。

（3）实现虚拟机器人上下料工艺过程的仿真。完成后应向裁判申请步骤验证，并按照评分标准给予完成部分的分值。

6. 选手在任务五：数控功能开发任务完成后，向裁判示意功能验证，可以几个块的功能一起验证，也可每完成一个功能块申请一次验证，验证后由裁判确认完成有效。任务五项目按步骤评分，选手如果仅完成部分内容，应向裁判申请步骤验证，并按照评分标准给予完成部分的分值。

7. 选手在进行任务五之 5-1 加装智能制造工件测头、环规校准、任务六数控机床精度检测之 6-2 运动精度检测，以及任务七之 7-2 编制测量程序，测量试切件的尺寸环节中，由于检测仪器贵重，在起动机床运行前，须经过检测仪器厂

商技术支持工程师确认，方可起动机床运行采集数据。

8. 选手在进行任务七之 7-1 进行试切件加工及测量环节时，工件和刀具装夹后、加工前应向裁判示意，确认安全（装夹安全、操作者工服安全、安全眼镜佩戴安全），并经现场裁判员同意后，方可进行。加工后样件须经过现场裁判员的确认登记，送至指定位置标号待测量。

9. 本任务书包括七个技术内容，配分如下：

任务一：电气装调（10 分）。

任务二：机械装调（10 分）。

任务三：数控维修（15 分）。

任务四：虚拟制造仿真（10 分）。

任务五：数控功能开发（20 分）

5-1 加装智能制造工件测头、环规校准（5 分）。

5-2 开通模拟主轴功能、主轴单元通电空载测试（5 分）

5-3 数控系统与计算机互联互通（4 分）

5-4 采用 PLC 或宏程序完成指定功能开发（6 分）

任务六：机床检验（10 分）。

任务七：试切件加工（15 分）。

八：职业素养和安全意识（10 分）。

### 三、实操工作任务

#### 任务一：电气装调（10 分）

**题目：**立式加工中心刀库正转、反转功能的设计、接线及调试。

根据现场提供的器件、工具及现场提供的资料，在《赛卷记录表》附表 1-1：电气装调记录表中绘制刀库正反转功能的电气原理图，并按照电气原理图，完成接线和刀库正转、反转功能的调试。

项目要求：

1. 正确设计绘制刀库正反转功能电气原理图。

2.在设备指定接线区域完成相应功能接线。

3.根据设计的电气原理图完成该部分电路的安装和接线，保证电器元件选择及连接正确可靠，保证该功能正常运行，实际连接电路必须和设计的电气原理图一致。刀库原点输入信号的接线号 50，刀库前位输入信号的接线号 47，刀库后位输入信号的接线号 48，刀库计数输入信号的接线号 51，刀库电机三相交流电源的接线号 U52、V52、W52。机床侧电器到接线端子排 XT21 的连线已接好。

4.电气设计模块信号点按照图 1-1，图 1-2，图 1-3，图 1-4，图 1-5，图 1-6。

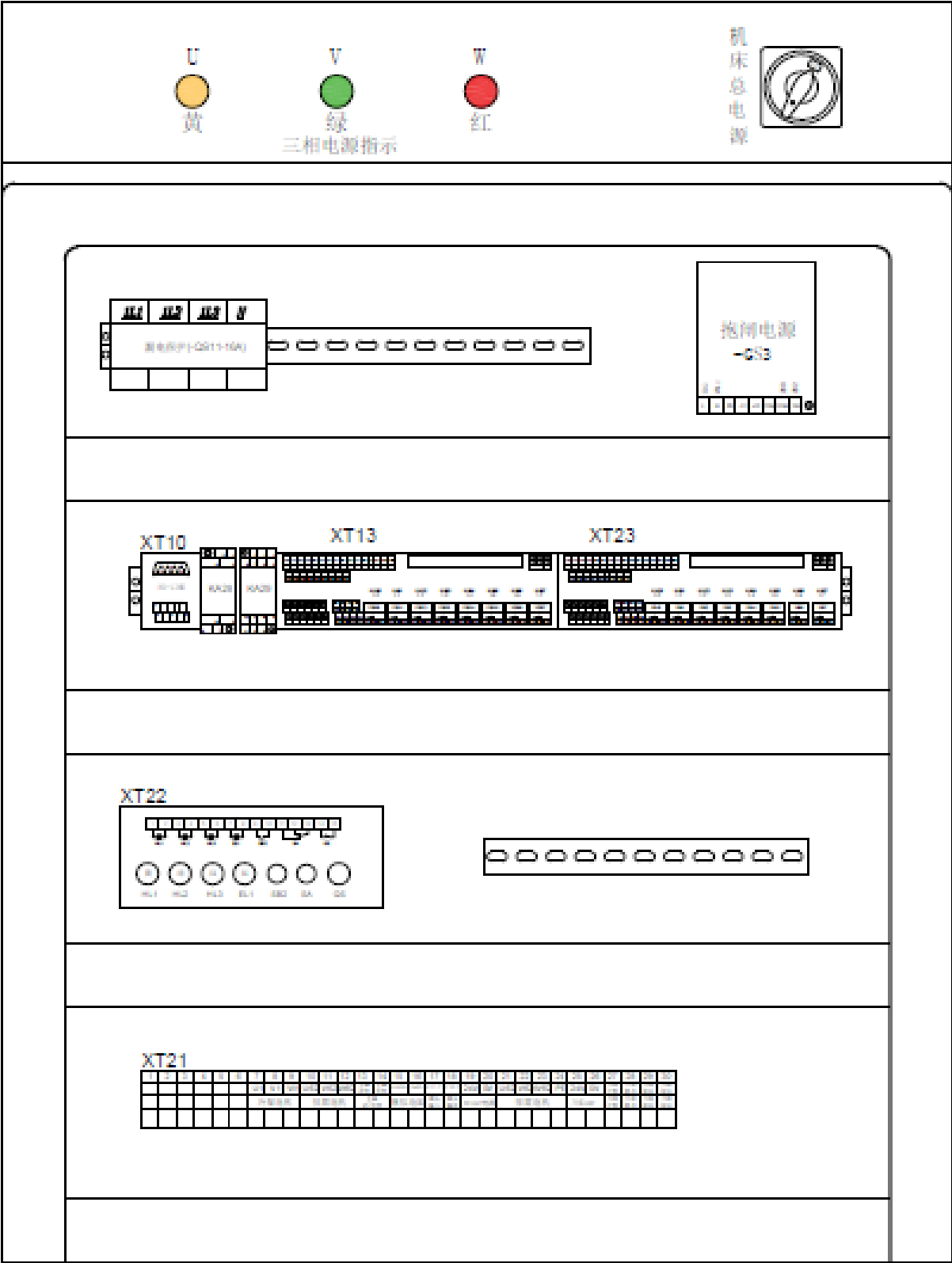


图 1-1 电气设计模块布局图

注意：使用电源时，可从漏电保护器 QS11 下端引出电源，1L1 为电源 U 相，1L2 为电源 V 相，1L3 为电源 W 相，N 为零线，在技术支持检查线路并正式通电前，勿将 QS11 合上。

XT21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
						U1	V1	W1	U62	V62	W62	主轴 正转	主轴 反转	JA40+	JA40-	X11.7	Y10.7	24V	0V	U52	V52	W52	PE	24V	0V	刀库 计数	刀库 原点	刀库 前位	刀库 后位
						冷却电机			排屑电机			主轴 正/反转		模拟电压		测头 输入	测头 输出	DC24V电源		刀库电机				刀库24V		刀库 计数	刀库 原点	刀库 前位	刀库 后位

图 1-2 端子排表

注意：主轴单元通电空载测试需使用模拟主轴连接线从 XT21 端子排连接到主轴拆装模块的 XT11，加装智能制造工件测头对应的输入、输出信号从 XT21 端子排上连接，端子排上 DC24V 电源可供使用，空白未标注的端子由选手自定义使用。

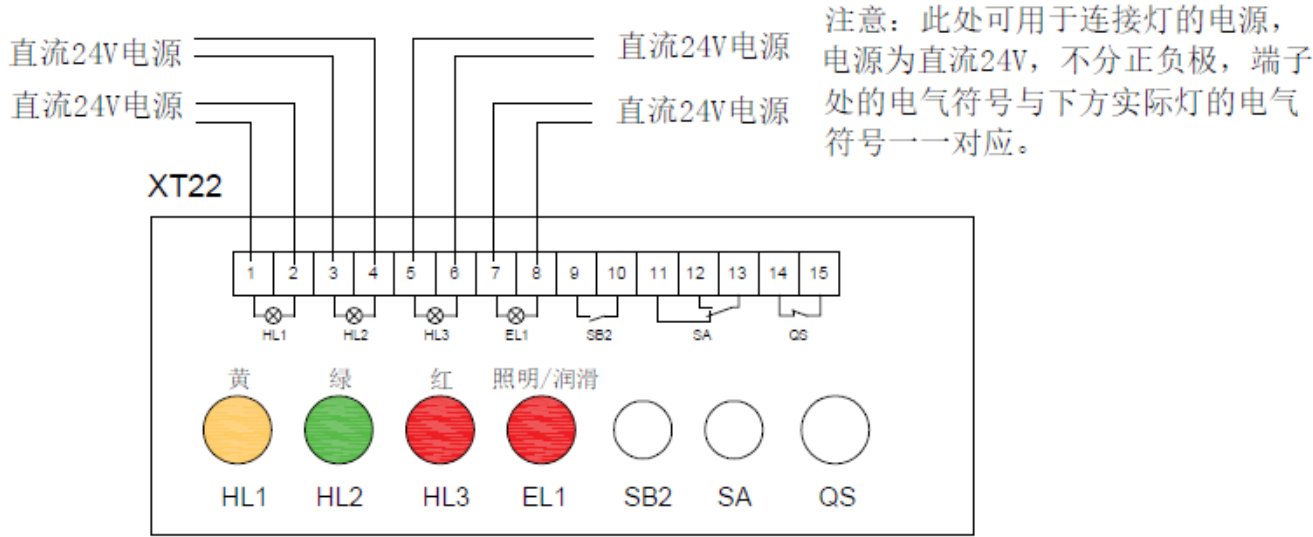


图 1-3 按钮、开关控制单元使用说明

注意：此图为举例说明按钮、开关控制单元（XT22）的使用方法。

注意：此处必须使用50芯连接线连接至I/O模块，  
否则继电器板不工作，连接时禁止带电插拔。

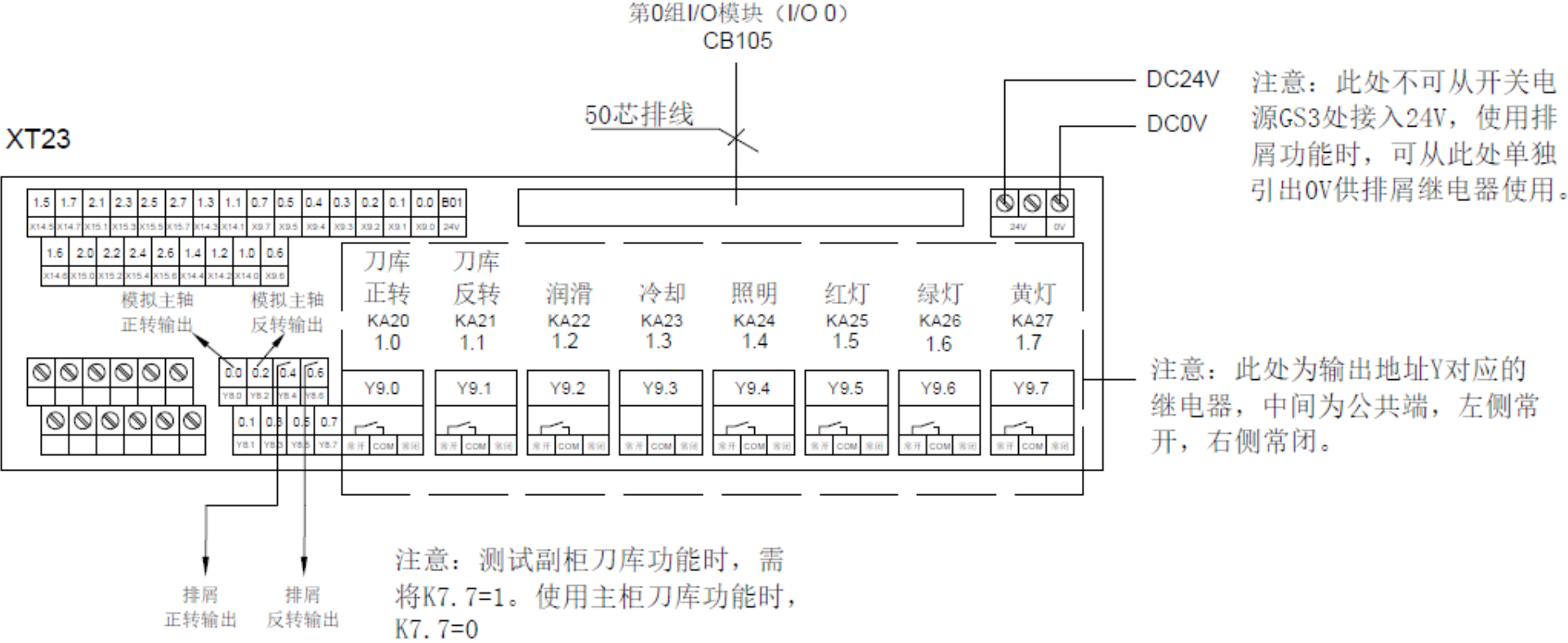


图 1-4 继电器板单元使用说明



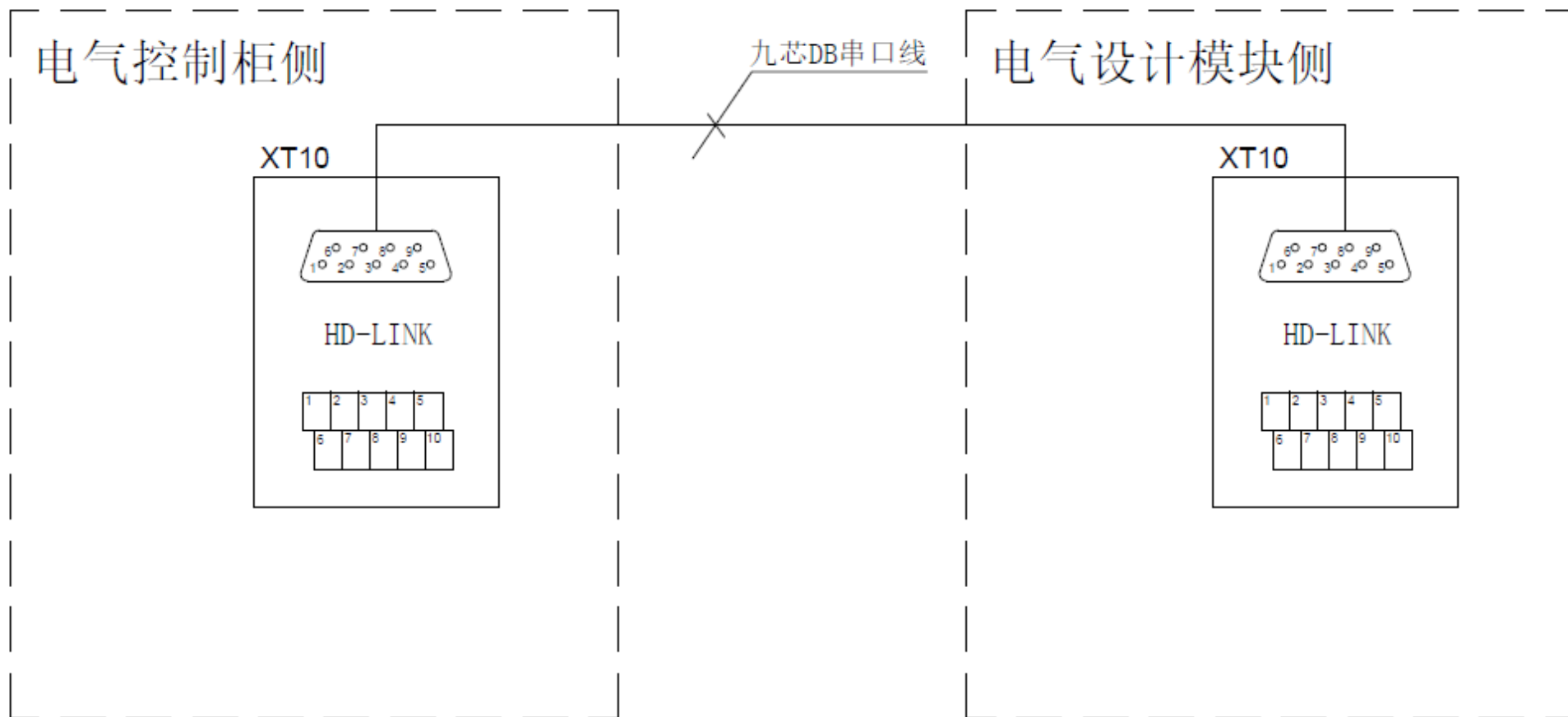


图 1-5 九芯 DB 串口线使用说明

注意：使用九芯 DB 串口线连接电气控制柜侧 XT10 模块到电气设计模块侧 XT10 模块，然后使用电气设计模块侧上端子排，禁止带电插拔。

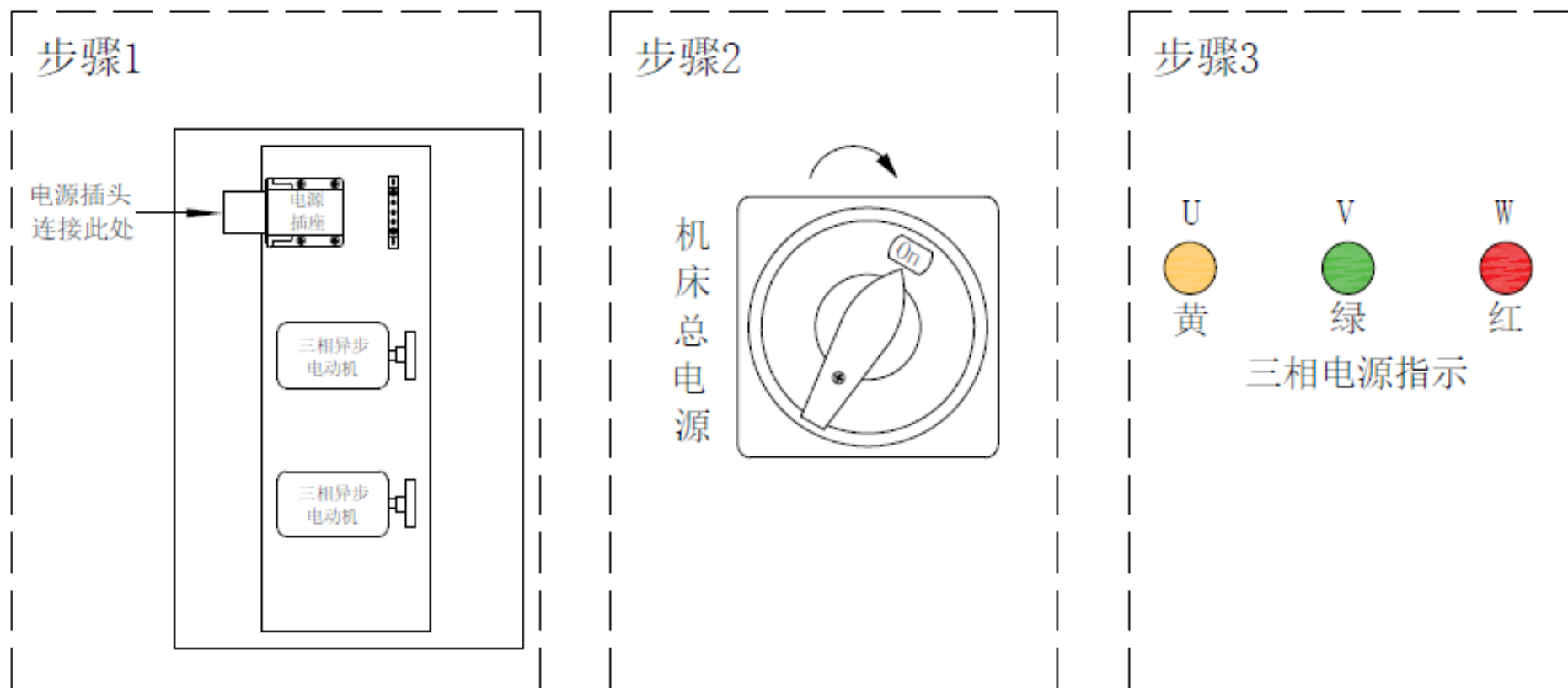


图 1-6 电气设计模块电源使用说明

具体要求如下：

1.电气原理图绘制正确、位置排布合理、图面清晰，表示方法符合规范，图上应有识别标记或标注。

2.根据设计的电气原理图纸完成该部分电路的电器元件的安装和连接工作，保证连接正确可靠。

3.接线时工具使用正确，接线符合工艺要求，导线截面积和颜色选择正确，凡是连接的导线，两端必须压接端子，压接牢固可靠，无毛刺。导线需套上赛场提供的号码管，和电气原理图编号要一致。号码管上的字体应便于观察，方向符合标准。

4. 操作机床时刀库正转、反转正常运行。

5.电路接线规范，符合 GB 50254-2014 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范。

注意：选手在设备上电前需自行检查所连接线路的正确性，并经裁判和现场技术人员检查无误后方可通电运行。当技术人员或裁判发现错误连接导致电源或负载短路、以及导致设备损坏或人员安全问题时，中止选手继续实施本任务。技术人员确认可以上电后，将指出若干条已接线正确的接线，在后续的通电调试过程中，选手不可改接已确认正确的接线。技术人员确认正确的接线的连接牢靠性和接线规范性由选手自行负责。参赛队有且仅有一次，请裁判和现场技术人员检查是否可以上电的机会，经检查确认后，后续的断电和通电调试不再请现场裁判和现场技术人员检查确认是否可以上电。

## 任务二：机械装调（10分）

**题目：**主轴的装配、检测与调整，主轴总装图参见**附件 1：主轴装配图**。

### 项目一、工件准备与清洁（1分）

在零件摆放区的主轴零部件进行清点、核对，并按照正确的工艺步骤清洁，按照安装工艺步骤将零部件整齐码放到装配区，如发现零部件上有毛刺，按照正确的工艺方法去除毛刺。

## 项目二、主轴轴承安装（2分）

根据主轴安装工艺要求安装主轴轴承，正确选择轴承安装方向，轴承组对形式正确。

## 项目三、主轴轴承回转精度调整（1分）

调整前轴承外环与主轴后轴承轴径接触圆之间回转游隙，确认安装完成后，请裁判确认回转精度；

①前轴承外环与主轴后轴承轴径接触圆之间回转跳动 $\Delta r$ ，并将实测值填入《赛卷记录表》附表 2-1：任务二数控机床机械部件装配与调整记录表中。

②前轴承外环端面跳动 $\Delta a$ ，并将实测值填入《赛卷记录表》附表 2-1：任务二数控机床机械部件装配与调整记录表中。

## 项目四、前轴承锁紧螺母锁紧（2分）

当确认轴承系轴向预紧完成，请在记录表上写出：①前轴承预紧力（Nm），②后轴承预紧力（Nm），请将赛场力矩扳手调至前轴承预紧力矩值，并申请裁判确认（仅验证选手掌握力矩扳手的调整和使用）。

注：选手实际预紧主轴前轴承螺母、预紧螺母时分别使用赛位提供的勾扳手和可调式圆螺母扳手。

## 项目五、实测主轴套筒端面到主轴前轴承外环的深度（2分）

实测主轴套筒端面到主轴前轴承外环的深度，并将

（1）用深度尺测量主轴套筒端面到主轴前轴承外环的长度 K1 值；

（2）测量法兰凹台高度 H；

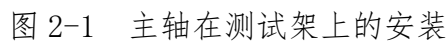
（3）按照工艺要求计算  $A=K2-K1-H$ ；

（4）检验单锥孔跳动 $\Delta s$ 。

（5）将上述实测值填入《赛卷记录表》附表 2-1：任务二数控机床机械部件装配与调整记录表。

（6）要求：机械主轴的装配、检测与调整应符合正式赛卷提供的主轴装配工艺图中的要求。

(1) 将主轴安装在赛场提供的主轴测试架上 (参见图 2-1)



A 3D CAD model of a mechanical assembly. On the left, a cylindrical motor is connected to a large helical spring. The spring is mounted on a triangular support structure. To the right of the spring is a gear, which is connected to a green shaft. This shaft passes through a red component, which is also connected to a larger cylindrical component on the far right. The entire assembly is mounted on a white base plate with several rectangular cutouts.

图 2-2 加装主轴安装效果图

- (1) 安装交流异步电动机于电机座上。
- (3) 预装弹性联轴节（对接两轴）。
- (4) 调整交流异步电机轴与主轴传动芯轴的同轴度。
- (5) 锁紧联轴节。
- (6) 安装安全防护罩。

要求：

- (1) 机械主轴安装在测试台，机械主轴本体应符合主轴安装工艺要求，机械主轴在测试台上应调整至主轴中心线与电机轴中心线同轴，联轴节安装规范。
- (2) 调整电机轴与主轴传动芯轴同轴，选手采用百分表或千分表检测。
- (3) 异步电机安装时提供 0.02mm 和 0.04mm 铜皮做调整垫。
- (4) 上述每完成一步均应协助裁判员检测、确认，并将结果填写在《赛卷记录表》附表 2-1 机械装调记录表中。
- (5) 电机轴与主轴轴芯同轴度 >0.3mm 时，不允许带电旋转。
- (6) 安全防护罩安装合格后，方可通电检查。

### 任务三：数控维修（15 分）

表 3-1 立式加工中心技术指标

序号	名                  称		单位	参数	备注
1	三 轴 行 程	X 轴最大行程	mm	600	
2		Y 轴最大行程	mm	400	
3		主轴最前端面到工作面台 （最小）	mm	170	
4		主轴最前端面到工作面台 （最大）	mm	590	
5		主轴中心线到立柱前面距离	mm	456	
6	工 作 台	T 型槽（槽数×槽宽×槽 距）	mm	3×18×125	
7		工作台最大载重	kg	300	
8		工作台尺寸	mm	700×420	
9	主 轴	主轴最高转速	r/min	10000	
10		主轴电机功率	kW	7.5	
11		主轴锥口类型		BT40	
13	速度	切削进给速度(X/Y/Z)	mm/min	≥1～10000	

序号	名 称		单位	参数	备注
14		快速移动速度 (X/Y/Z 轴)	m/min	48	
15	丝杠	丝杠螺距	mm	16	
16		冷却		有气冷	
17		气压	Mpa	0.5~0.8	
19	机床精度	定位精度 (X/Y/Z)	mm	≤0.016	
19		重复定位精度 (X/Y/Z)	mm	≤0.01	
20		机床重量	kg	2500	
21		外型尺寸	mm	2120×1880×2300	
22		刀库类型	斗笠式 (BT40-12T)		

## 故障排查

1. 故障排查涉及系统参数、伺服参数及 PLC 程序，最终以解除报警、准确实现功能动作为完成任务。

3. 根据表 3-2 第三列“技术指标检验标准”，排除故障现象，并将故障现象、故障原因及修正参数写入到《赛卷记录表》附表 3-1：数控维修记录表中，并向裁判报告，请求裁判签字确认故障排除的工作成果。每个申请排除的故障倒扣 2 分。

表 3-2 故障检查事项表

序号	检查事项	技术指标检验标准	配分
1	急停检查	急停按钮起作用	
2	伺服驱动检查	解除伺服报警	
3	进给伺服移动无报警	X/Y/Z 轴显示正常，在 JOG 方式和录入方式下，倍率 100%移动各轴，能正常移动无报警	
4	伺服移动方向正确	X/Y/Z 轴在 JOG 方式下+/-移动确认轴运动方向符合立式数控铣床相关坐标定义标准。	
5	进给轴软/硬限位	检测各轴运行范围符合该机床行程规格且限位有效	
6	坐标轴移动准确	检测手轮或 MDI 方式下进给轴移动的实际距离与显示数值相等	
7	进给轴倍率修调正确	在 JOG (手动) 和 MDI 方式下移动进给轴，调整倍率开关，轴按照指定倍率移动	
8	手轮方式下轴选正确	在手轮方式下，切换手轮轴选开关信号，能够正确选择相应的坐标轴，实现 X/Y/Z 轴移动。	
9	手轮方式下倍率正确	在手轮方式下，切换手轮倍率信号，移动 X/Y/Z 轴，能够正确实现相应的倍率。	
10	进给轴伺服驱动性能匹配	通过伺服优化，观察圆图形误差有明显改善	
11	主轴的启动和停止	在 JOG (手动) 和 MDI 方式下，能够启动和停止主	

序号	检查事项	技术指标检验标准	配分
	正常	轴。	
12	主轴定向准确	MDI 方式下，执行 M19，主轴准停准确。	
13	主轴旋转方向正确	在 MDI 方式下，执行 M03 S500 检查主轴的旋转方向正确	
14	主轴速度和倍率正确	在 MDI 方式下，执行 M03 S500 检查主轴的旋转速度和各档倍率正确	
15	机床操作面板功能正常	检查机床操作面板各按键、旋钮、指示灯功能正常 	
	小计配分		15



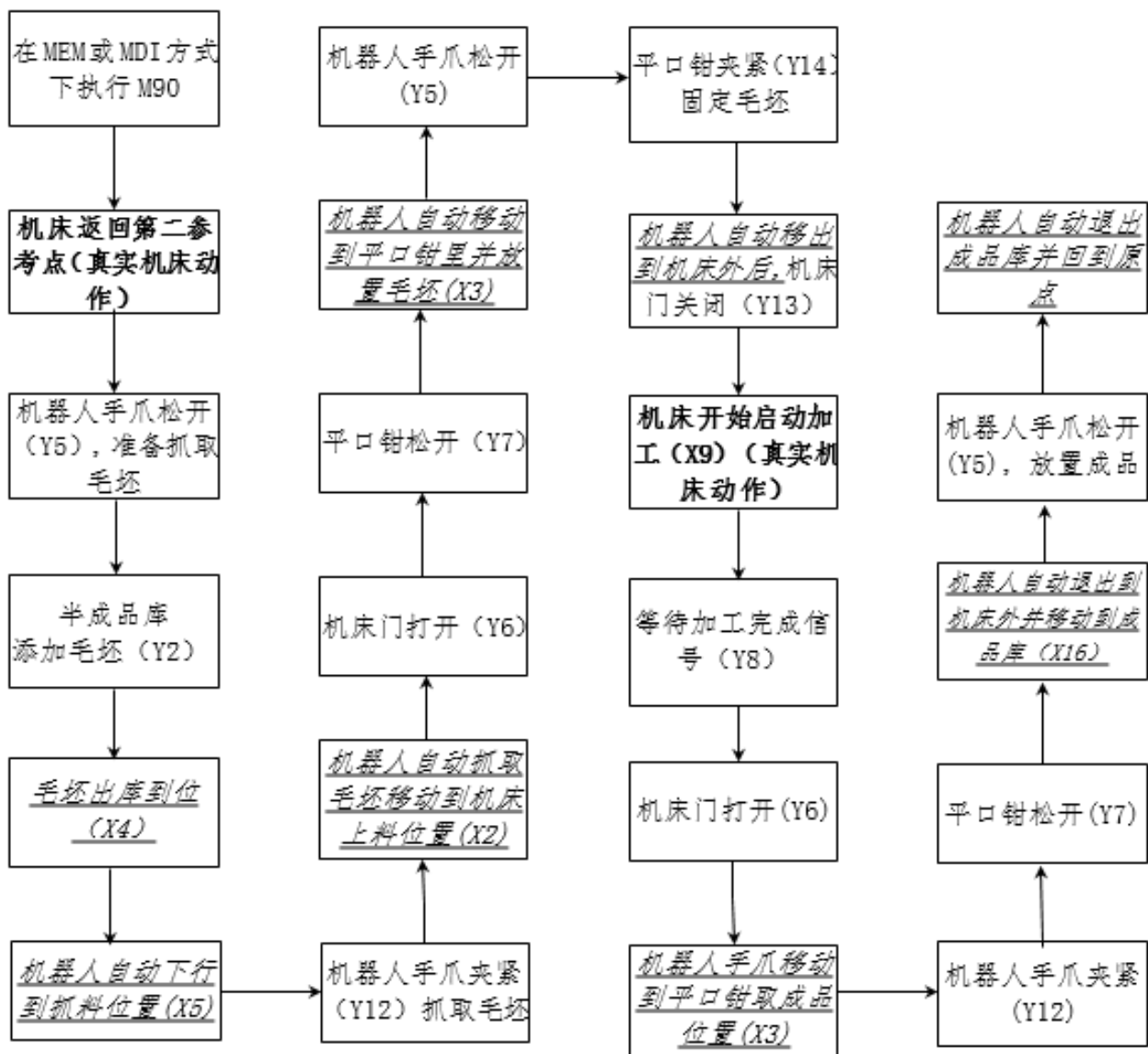


图 4-1 机床上下料动作流程图

4-2 按图 4-1 的流程，在虚拟仿真平台中，执行流程时，机床侧黄灯（地址 Y11.1）常亮；机器人手爪夹紧状态下红灯（地址 Y11.2）常亮。真实机床加工过程中绿灯（地址 Y11.0）以 1Hz 闪烁。

- （1）真实机床加工将执行 G03 I-8. F500 动作。
- （2）编程所需地址见表 4-1。

表 4-1 软件与系统互联地址

地址	含义	仿真→机床	地址	含义	机床→仿真
X2	机器人到达机床上料位置	X24.0	Y2	添加毛坯	Y24.0
X3	机器人手爪到平口钳	X24.1	Y5	机器人手爪松	Y24.1

	位置			开	
X4	机器人移动到传送带抓料位置上方	X24.2	Y6	机床门打开	Y24.2
X5	机器人移动到传送带抓料位置	X24.3	Y7	平口钳松开	Y24.3
X9	机床启动加工	X24.4	Y8	机床加工完成信号	Y24.4
X10	机床门打开到位	X24.5	Y12	机器人手爪夹紧	Y24.5
X11	机床门关闭到位	X24.6	Y13	机床门关闭	Y24.6
X12	平口钳松开到位	X24.7	Y14	平口钳夹紧	Y24.7
X13	平口钳夹紧到位	X25.0			
X16	移动到成品放置位置	X25.1			


(3) 按要求进行操作验证。裁判依据附表 4-1: 虚拟制造仿真记录表 (10 分) 评分。

### 任务五：数控功能开发 (20 分)

#### 5-1. 加装智能制造工件测头、环规校准 (5 分)

根据所提供的测头, 按照表 5-1 工件测头加装项目表中, 第三列要求完成各项任务, 并将数据填入《赛卷记录表》附表 5-1: 改造、升级机床现有功能, 加装智能制造工件测头记录表中。

表 5-1 工件测头加装项目表

序号	项目	要求
1	放置测头接收器	<p>将测头接收器固定于电气柜顶部合适位置</p> 
2	测头电气连接	<p>1) 连接测头接收器电源线。  2) 连接“工件测头开启”信号线至 PLC 输出点 Y10.7, 并在 PLC 中编辑 M88 开启测头/M89 关闭测头的梯形图。  连接“测头状态”信号线至数控系统测量输入点 X11.7  4) 在 MDI 下开启测头, 输入测量信号测试指令“G91G31X50F50”, 待机床运动后, 用手触碰测头测针, 以模仿机床碰到了测针, 观察机床能否正确地停止。</p>

序号	项目	要求
3	测针对中调整	利用百分表或千分表调整测针圆跳动，使之不超 0.03mm。
4	测头径向标定	1) 用磁铁固定或利用工作台上的台钳轻夹自备环规，保持上表面平行工作台面。 2) 将测头装至机床主轴，并手动定位至环规大约中心位置，测球低于环规上表面。 3) M88; (测头开启代码) 4) MDI 编写并执行测头标定宏程序： G65P9901M102.D; D: 环规准确直径; 标定结果位于: #500, #501, #502, #503。 5) M89; (测头关闭代码)
5	环规直径测量	同上 1、2 步骤。 2) M88; (测头开启代码) 3) MDI 下执行 G65P9901M2.D_S。 D: 环规准确直径; S: 更新的工件坐标系编号。 注: #100 存储环规直径测量值。 并将环规直径值存储到#610, 编写#610=#100 并执行。 5) M89; (测头关闭代码)

## 5-2 变频器连接及主轴动态测试（5 分）

### 项目要求：

根据任务二装配好的机械主轴和异步电机，在本节中连接变频器，并通过机床 MDI 或操作面板备用键控制主轴分别旋转 200 rpm, 500rpm, 800rpm 进行测试。

### 具体任务：

（1）连接赛场提供的变频调速器，根据赛场提供的变频器技术资料最终实现：

- ① 变频器动力输出端（电箱端子排）至交流电机
- ② 数控系统模拟指令电压接入变频器（电箱）端子排
- ③ 系统正反转及公共端指令接入变频器（电箱）端子排，要求：选手压接端子、标注线号（现场提供线号管）、接线，参见图 5-1。

（2）开通第二主轴，激活模拟主轴接口。

裁判针对《赛卷记录表》附表 5-2：开通模拟主轴功能、主轴单元通电空载测试记录表中第三列“要求”的内容，对选手完成质量进行打分。

主轴运转后裁判对主轴振动值进行检测，检测结果填入《赛卷记录表》附表 5-2：开通模拟主轴功能、主轴单元通电空载测试记录表第 5 项中。

注：主轴芯轴和电机轴同轴度大于 0.3mm 时不能进行此测试。

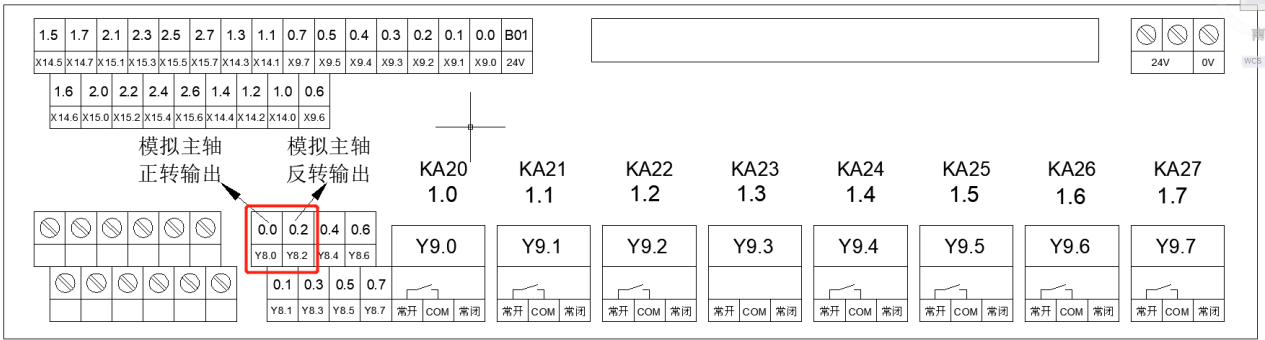


图 5-1 模拟主轴正反转端子图

5-3. PC 机与 NC 互联互通（4 分）

根据现场提供设备接口和以太网线，实现 PC 机与 CNC（数控系统）的连接，联通后应向裁判示意确认。

检查事项：系统与 PC 机联通。要求检查在数控系统端操作，可将 PC 上的程序文件复制到数控系统。

裁判根据《赛卷记录表》附表 5-3：PC 机与 CNC 互联互通记录表之第三列“考核内容”打分。

5-4. 完成指定功能开发（6 分）

编辑 PLC 程序，以及参数设置，实现：

- （1）通过 MDI 键盘输入 S 指令、M 指令控制主轴正/反转。
- （2）通过机床操作面板备用键（参照图 5-2 和表 5-2）作为“主轴正转”、“主轴反转”、“增速按钮”、“减速按钮”、“主轴停止”，按下哪个键后，其对应的按钮 LED 点亮，通过增速/减速按钮每按一次增/减速 10%。

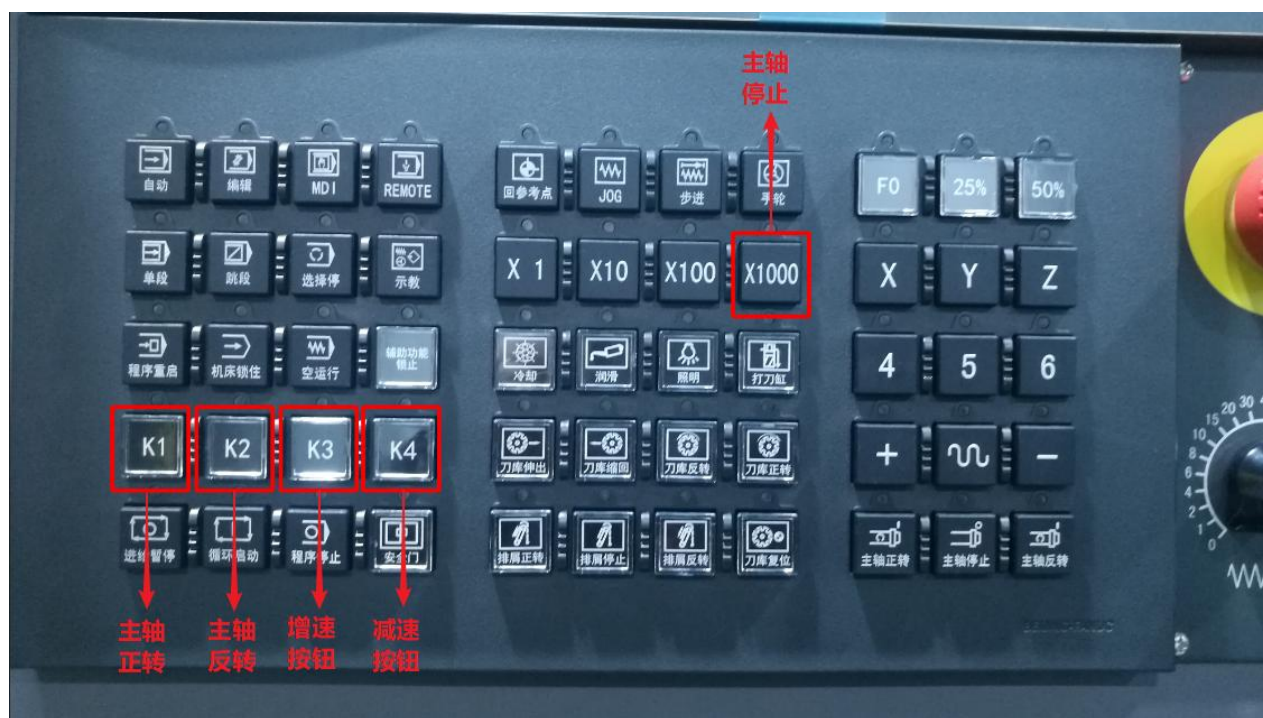


图 5-2 操作面板备用键位置

表 5-2 备用键对应的输入和输出地址

新定义内容	在操作面板上定义	输入地址	输出地址
主轴正转	K1	R901.4	R911.4
主轴反转	K2	R901.5	R911.5
增速按钮	K3	R901.6	R911.6
减速按钮	K4	R901.7	R911.7
主轴停止	X1000	R903.3	R913.3

(1) 模拟主轴指令推荐见表 5-3。

表 5-3 模拟主轴指令推荐

分类	正转/反转/主轴停	备注
主轴指令	M33/M34/M35	也可自行定义未用 M 代码
主轴速度指令	S--	

(2) 裁判针对《赛卷记录表》附表 5-4：完成指定功能开发（实现模拟主轴调速控制功能）记录表中第三列“要求”的内容，对选手完成质量进行打分。

### 任务六：机床检验（10 分）

本任务基于：标准 GB17421-1/2/4 和 GB-T20957[1].2-2007 精密加工中心检验条件（2）标准检测方法和评价标准，包括圆度误差检测。

## 6-1. 数控机床几何精度测量（5分）

### 项目要求：

1. 依据 GB/T 18400.2-2010 (ISO10791-2:2001) 精密加工中心检验条件(2) 中的部分测量标准以及 GB/T 17421.1-1998 通用标准，利用所提供的工具、量具、检具，按照附表 6-1 检测加工中心的几何精度。
2. 工具、量具、检具选用合理，使用方法正确。
3. 每一项数据检测完成后，参赛选手应举手示意，经现场裁判确认后将检测结果填入《赛卷纪录表》附表 6-1 几何精度检测表中。

## 6-2. 运动精度检测——球杆仪检测圆轨迹运动精度（5分）

### 项目要求：

按照表 6-2 中第二列“检测项目”和第三列“要求”，使用球杆仪对机床某指定位置按 GB17421.4 或 ISO230-4 标准要求测量 XY 平面圆度（假定机床温度 20℃，膨胀系数 11.7）。并根据《赛卷记录表》“表 6-2 运动精度检测记录表”要求填写和保存数据。

表 6-2 数控机床几何精度测量项目表

序号	检测项目	要求
1	编制 X-Y 平面测试程序（可以借鉴仪器帮助手册中的已有程序），并输入数控系统	半径：100mm，进给速度 1000mm/min
2	设定球杆仪测试中心	在机床上建立测试程序的坐标系原点
3	测试程序调试	不安装球杆仪运行测试程序
4	蓝牙连接调试	使用外置 USB 蓝牙模块将球杆仪与电脑连接起来
5	配置校准规	配置校准规 30mm-100mm 中任意一种
6	安装球杆仪并测试	将球杆仪检测结果数据存放在 D:\选手文件夹\下面
7	按 GB17421-4 分析圆度误差	

## 任务七：试切件加工（15分）

### 7-1. 试件加工（10分）

### 项目要求：

请根据现场提供毛坯，编制加工程序完成图 7-1 所示试切件的切削。

零件加工精度最终经三坐标测量后，结果记入《赛卷记录表》附表 7-1：试切件加工记录表中。

## 7-2 工件在线测量(5 分)

**项目要求：**

- 1) 安装在线测头，启动检测程序，调用圆检测宏指令，检测加工后的圆直径。
- 2) 检测程序可以调用测量宏程序。
- 3) 检测结果通过程序赋值到宏变量#100 中。

“工件在线测量”结果记入《赛卷记录表》附表 7-2：工件在线测量记录表中。





#### 四、职业素养和安全意识

本赛项专设职业素养和安全意识评价环节，用于评价选手在竞赛全程的职业素养水平和安全意识。

##### 项目要求：

着装、电工鞋及其他劳动防护得当、具有良好的安全意识及行为。

操作过程中遵守标准和规范。

工、量具码放整齐，保持工位清洁卫生，践行现场 5S 管理规范。

参赛选手间和谐团结，善意对待其他选手。

尊重裁判及其他赛场工作人员，言行举止文明。

裁判将评价结果记入附表 8-1：职业素养与安全意识评价表中。

附件 2：赛卷记录表

2021 年全国职业院校技能大赛高职组  
“数控机床装调与技术改造”实操比赛  
GZ2021016 赛项  
(总时间：6 小时)

赛  
卷  
记  
录  
表

场 次：

工位号：

## 任务一：电气装调（10分）

附表 1-1：电气装调记录表（10分）

序号	项目	项目内容	结果记录	学生 签字	裁判 签字
1	电气原理图绘制	器件选择数量正确合理	/		
		原理图绘制正确，科学合理，符合要求	/		
		图形符号规范，标注齐全	/		
		保护环节设计得当	/		
		字迹清楚、整洁、美观	/		
2	线路连接正确	元件安装位置合理，紧固不松动，工具使用合理	/		
		线上号码管安装规范，与电气原理图相符	/		
		接至板外的导线经端子排转接，端子排上一个接点接一根线，且端子与端子之间留有空端子	/		
		所有导线进走线槽，或进行了捆束	/		
3	功能实现	经现场检验，功能全部实现			
合计			10分		
电气原理图（空白不够时可以画背面）：					

## 任务二：机械装调（10 分）

附表 2-1: 机械装调记录表（10 分）

序号	项目内容	结果记录	学生 签字	裁判 签字
项目一	工件准备与清洁：在零件摆放区的主轴零部件进行清点、核对，并按照正确的工艺步骤清洁，按照安装工艺步骤将零部件整齐码放到装配区，如发现零部件上有毛刺，按照正确的工艺方法去除毛刺。			
项目二	前主轴轴承安装：根据主轴安装工艺要求安装主轴轴承，正确选择轴承安装方向，轴承组对形式正确。			
项目三	主轴轴承回转精度调整：调整前轴承外环与主轴后轴承轴径接触外圆之间回转跳动： $\Delta r = \underline{\hspace{2cm}}$ mm, 前轴承外环端面跳动 $\Delta a = \underline{\hspace{2cm}}$ mm			
项目四	前后轴承锁紧螺母锁紧力， 前轴承 = $\underline{\hspace{2cm}}$ Nm 后轴承 = $\underline{\hspace{2cm}}$ Nm 力矩扳手调整正确			
项目五	实测主轴套筒端面到主轴前轴承外环的深度： $K1 = \underline{\hspace{2cm}}$ mm $K1_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ mm $K1_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ mm ..... $K1_n = \underline{\hspace{2cm}}$ mm			
项目六	机械主轴与主轴测试台对接安装	电机轴轴芯与电机轴同轴度 $\leq 0.2\text{mm}$ 2 分 $\leq 0.3\text{mm}$ 1 分 $> 0.3\text{mm}$ 0 分		
合计		10		

### 任务三：数控维修（15 分）

附表 3-1：数控维修记录表（每个故障申请排除倒扣 2 分）

序号	故障现象	处理方案		学生 签字	裁判 签字
1		原因			
		解决方法			
		已排除（ ） 未排除（ ） 申请排除（ ）			
2		原因			
		解决方法			
		已排除（ ） 未排除（ ） 申请排除（ ）			
3		原因			
		解决方法			
		已排除（ ） 未排除（ ） 申请排除（ ）			
4		原因			
		解决方法			
		已排除（ ） 未排除（ ） 申请排除（ ）			
5		原因			
		解决方法			
		已排除（ ） 未排除（ ） 申请排除（ ）			
6		原因			
		解决方法			
		已排除（ ） 未排除（ ） 申请排除（ ）			
7		原因			
		解决方法			
		已排除（ ） 未排除（ ） 申请排除（ ）			
8		原因			
		解决方法			
		已排除（ ） 未排除（ ） 申请排除（ ）			
9		原因			
		解决方法			
		已排除（ ） 未排除（ ） 申请排除（ ）			
10		原因			
		解决方法			
		已排除（ ） 未排除（ ） 申请排除（ ）			
11		原因			
		解决方法			
		已排除（ ） 未排除（ ） 申请排除（ ）			
12		原因			
		解决方法			
		已排除（ ） 未排除（ ） 申请排除（ ）			
13		原因			

		解决方法			
	已排除（）未排除（）申请排除（）				
14		原因			
		解决方法			
	已排除（）未排除（）申请排除（）				
15		原因			
		解决方法			
	已排除（）未排除（）申请排除（）				
	小计			15 分	

#### 任务四：虚拟制造仿真（10 分）

附表 4-1：虚拟制造仿真记录表（10 分）

序号	项目	项目内容	结果记录	学生 签字	裁判 签字
1	互联互通	数控机床与虚拟制造仿真软件间的互联互通信号连接。			
2	功能验证	虚拟制造仿真流程与给定的流程图符合，实现对加工中心上下料流程。			
		机床执行 M90 指令，可以回到指定的第二参考点			
		机器人可以在传送带上抓取毛坯			
		机床门可以自动打开			
		机床平口钳可以自动松开			
		平口钳夹紧，机器人可以完成机床上料			
		机床加工功能真实动作与虚拟仿真同时实现			
		机器人可以将成品放置成品库			
		机床侧黄灯可以按照控制要求正常工作			
		机床侧红灯可以按照控制要求正常工作			
		机床侧绿灯可以按照控制要求正常工作			
	总计		10 分		

## 任务五：数控功能开发（20 分）

附表 5-1：改造、升级机床现有功能，加装智能制造工件测头记录表（5 分）

序号	项目	项目内容	结果记录	学生 签字	裁判 签字
1	放置测头接收器	<p>将测头接收器固定于电气柜顶部合适位置</p> 			
2	测头电气连接	<p>(1) 连接测头接收器电源线（红线:24DV，黑线:0DV），连接“工件测头开启”信号线（白：输出点/棕：0DV）至 PLC 输出点 Y10.7，并在 PLC 中编辑 M88 代码开启测头、M89 关闭测头的梯形图。</p>			
		<p>(2) 连接“测头状态”信号线（青：测量输入点/青黑线：24DV）至数控系统测量输入点 X11.7。</p>			
		<p>(3) 在 MDI 下开启测头，输入测量信号测试指令:G91G31X50F50,待机床运动后，用手触碰测头测针，以模仿机床碰到了测头，检查机床能否正确停止运动。</p>			
3	测针对中调整	<p>利用百分表或千分表调整测针圆跳动，使之不超 0.03mm。</p>			
4	测头径向标定	<p>(1) 利用工作台上的台钳轻夹自备环规，保持上表面平行工作台面。</p> <p>(2) 将测头装至机床主轴，并手动定位至环规大约中心位置，测球低于环规上表面。</p> <p>(3) 编写并执行测头标定宏程序。</p> <p>1) M88; (测头开启代码)</p> <p>2) MDI 编写并执行测头标定宏程序:G65P9901M102.D; D: 环规准确直径; 标定结果</p>			



		位于：#500，#501，#502，#503。 3) M89; (测头关闭代码)			
5	环规直径测量	(1) 同上 1、2 步骤。 (2) 编写并执行直径测量宏程序。 1) M88; (测头开启代码) 2) MDI 下执行 G65P9901M2.D_S; D: 环规准确直径; S: 更新的工件坐标系编号; 注: #100 存储环规直径测量值 3) 并将环规直径值存储到 #610, 编写 #610=#100 并执行。 4) M89; (测头关闭代码)			
合计			5 分		

附表 5-2：开通模拟主轴功能、主轴单元通电空载测试记录表（5 分）

序号	项目	项目内容	结果记录	学生签字	裁判签字
1	变频器连接与调试	异步电机连接正确			
2		系统模拟电压及信号线连接正确			
3		模拟主轴参数设置正确，模拟主轴被激活			
4		变频器通电及参数设置正确			
5	联动后振动测试	纪录振动分贝值，裁判根据赛场实测成绩分布给分			
合计			5 分		

附表 5-3：PC 与 NC 互联互通记录表（4 分）

项目内容	调整结果	考核内容	结果记录	学生签字	裁判签字
PC 与 NC 互联互通	参数调整	PC 侧 IP 地址设置正确	/		
		NC 侧 IP 地址设定正确	/		
		数据线连接成功			
		NC 侧调用程序成功			
合计			4 分		

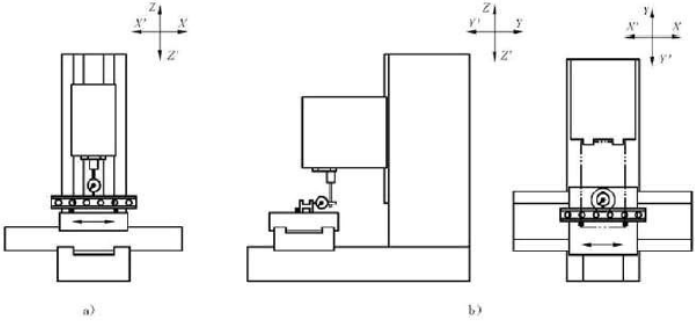
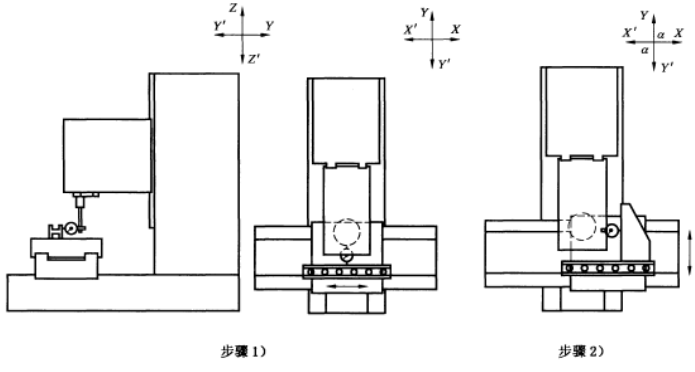
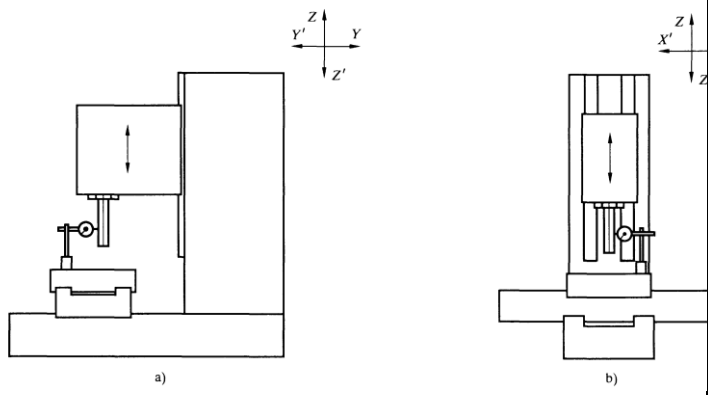
附表 5-4：完成指定功能开发（实现模拟主轴调速控制功能）记录表（6 分）

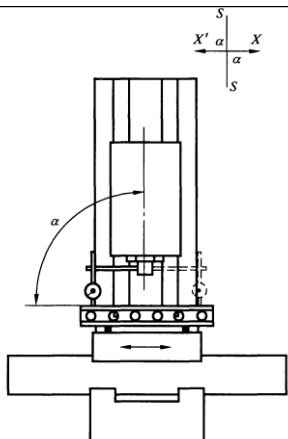
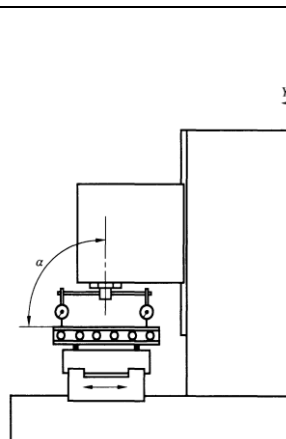
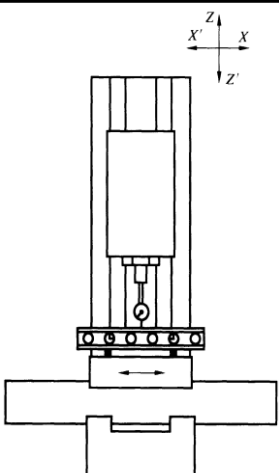
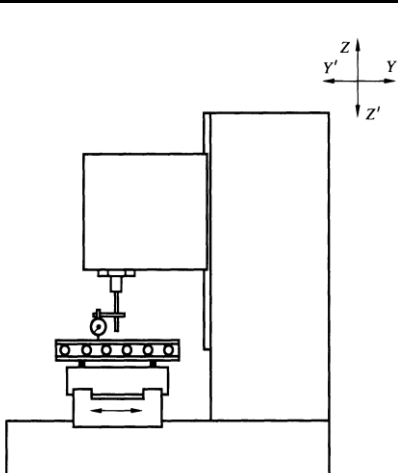
序号	项目	项目内容	学生结果记录	学生签字	裁判签字
----	----	------	--------	------	------

1	PLC 编程	MDI 方式下执行主轴控制 M/S 代码，主轴旋转			
2		主轴正转按钮/主轴反转按钮/LED 有效			
3		增速按钮/减速按钮/ LED 有效			
4		主轴停止按钮/ LED 有效			
合计			6 分		

# 任务六：机床检验（10分）

附表 6-1：数控机床几何精度测量记录表（5分）

序号	检验项目	简图	学生结果记录	学生签字	裁判签字
1	线性运动直线度 X 轴线运动的直线度 a) 在 ZX 垂直平面内 b) 在 XY 水平面内  GB/T 1840 0.2-2010 G1 项	 <p>实测值： 在 ZX 垂直平面内                      在 XY 水平面内</p>			
2	Y 轴线运动和 X 轴线运动间的垂直度 GB/T 18400.2-2010 G9 项	<p>简图</p>  <p>实测值：</p>			
3	主轴轴线和 Z 轴线运动间的平行度 GB/T 18400.2-2010 G12	 <p>YZ 垂直平面内                      ZX 垂直平面内</p> <p>实测值： a) 在平行于 Y 轴线的轴线的                      b) 在平行于 X 轴线的</p>			

4	<p>主轴轴线和 X/Y 运动间的垂直度</p> <p>GB/T 18400.2-2010 G13/ G14 项</p>	 <p>主轴轴线和 X 运动间的垂直度</p>  <p>主轴轴线和 Y 运动的垂直度</p> <p>实测值: a) 主轴轴线和 X 轴线      b) 主轴轴线和 Y 轴线</p>			
5	<p>工作台面和 X/Y 轴线运动间的平行度</p> <p>GB/T 18400.2-2010 G16/ G17 项</p>	 <p>运动间的平行度</p>  <p>运动间的平行度</p> <p>实测值: a) 工作台面和 X 轴线      b) 工作台面和 Y 轴</p>			
小计			5 分		

附表 6-2：运动精度检测记录表（5 分）

序号	检测项目	检测内容	设定数据 (选手填写项目)	学生结果记录	学生 签字	裁判 签字
1	编制 X-Y 平面测试程序（可以借鉴仪器帮助手册中的已有程序），并输入数控系统	半径：100mm， 进给速度 1000mm/min				

2	设定球杆仪测试中心	在机床上建立测试程序的坐标系原点	记录所设定坐标系原点: X: Y: Z:			
3	测试程序调试	空运行测试程序				
4	蓝牙连接调试	将球杆仪与电脑连接起来				
5	配置校准规	配置校准规 30mm~100mm 中任意一种	校准规校准后球杆仪实际长度:			
6	安装球杆仪并测试	测量后存储测试报告到选手文件夹				
7	按 GB17421-4 分析圆度误差		记录圆度误差值: G(CW)顺时针圆度 G(CCW)逆时针圆度			
8	给出该处 X-Y 平面垂直度误差		记录垂直度:			
小计				5 分		

## 任务七：试切件加工（15 分）

附表 7-1：试切件加工记录表（10 分）

序号	项目	评分细节	裁判结果记录	裁判签名
1	形状检查 (4 分)	工件形状与图纸符合。	/	
2	质量检查  若形状检查不符合图纸,本项得分 0 分。 若符合,进一步计加工质量(6 分)	160mm x 160mm 图示形位公差直线度(三处)按图纸要求	/	
		160mm x 160mm 图示形位公差垂直度和平行度(二处)按图纸要求	/	
		108mmx108mm 四边直线度和倾斜度≤(四处)按图纸要求	/	
		图示形位公差 3° 斜边直线度和倾斜度(二处)按图纸要求。	/	
		Φ108mm 圆度按图纸要求。	/	
		加工表面粗糙度	/	
小计			10 分	

加工质量在三坐标检测

附表 7-2：工件在线测量记录表（5 分）

序号	项目	评分细节	结果记录	学生签名	裁判签名
1	测量准备 (3 分)	台面清扫			
		装夹测头前执行 M19 定向指令,之后进行测头装夹。			
		在 MDI 下开启测头,输入测量信号测试指令用手触碰测头测针,检查机床是否停止运动。			
2	编程测量 (2 分)	三点或四点测量圆直径	编程正确		
			结果输出至宏变量#100		
小计			5 分		

## 八、职业素养与安全意识（10 分）

附表 8-1：职业素养与安全意识评价表（10 分）

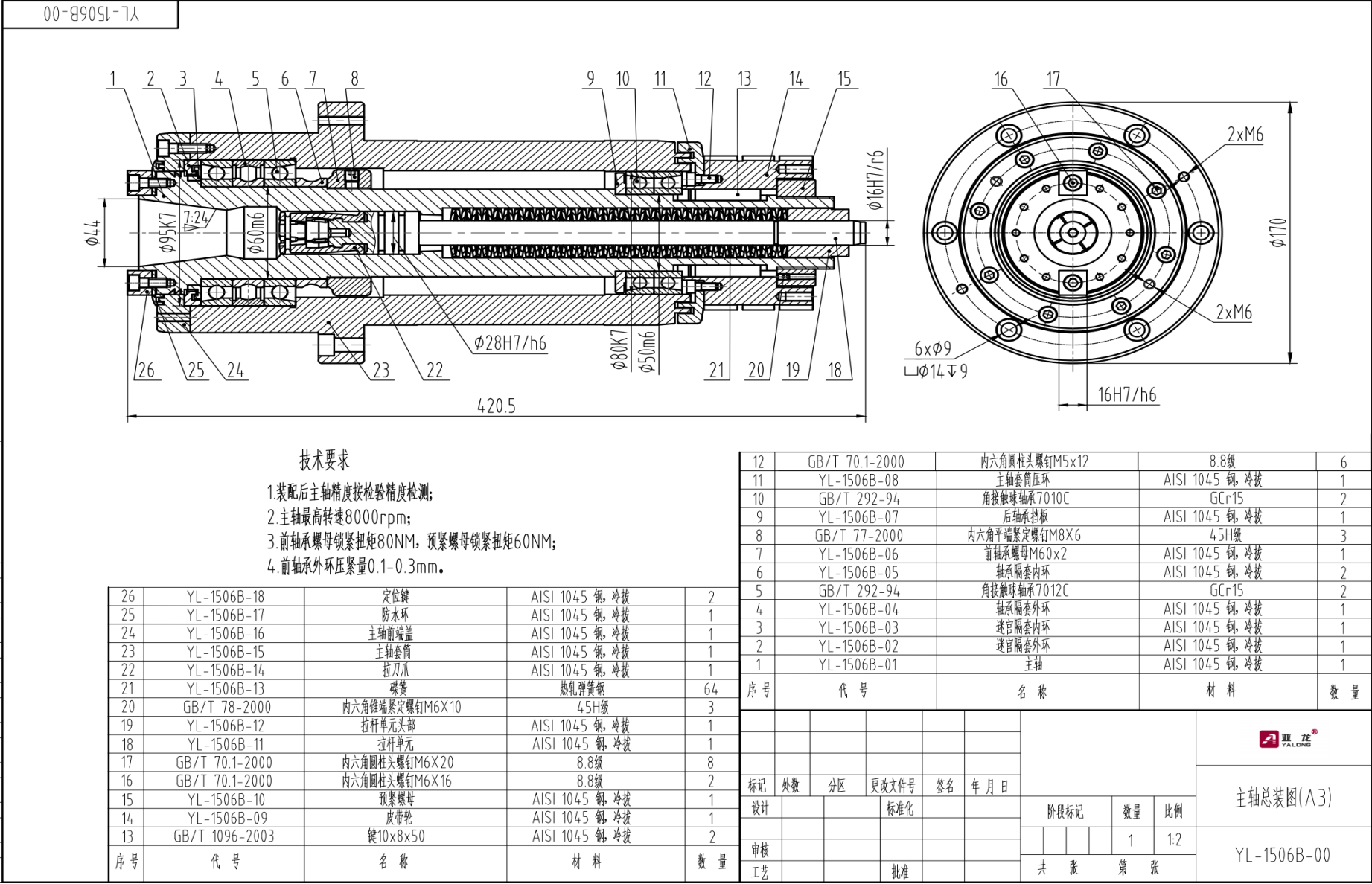
序号	项目	项目内容	裁判记录结果	签字
1	安全意识	着装、电工鞋及其他劳动防护得当、具有良好的安全意识及行为。	/	
2	遵守规范	操作过程中遵守标准和规范。	/	
3	践行 5S	工、量具码放整齐，保持工位清洁卫生，践行现场 5S 管理规范。	/	
4	和谐友善	参赛选手间和谐团结，善意对待其他选手。	/	
5	举止文明	尊重裁判及其他赛场工作人员，言行举止文明。	/	
小计			10	

专项裁判实时影像采集（含赛位号）作为评判依据，现场需提供电脑、相机、读卡器。

如遇下述设备事故，比赛成绩记为零分，并经裁判长批准，劝离赛场。




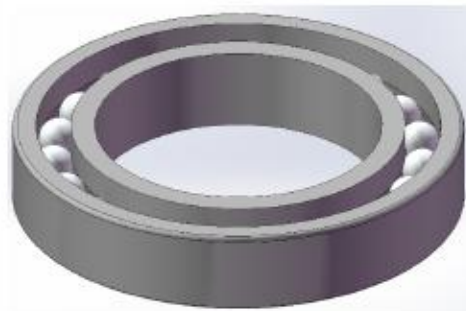



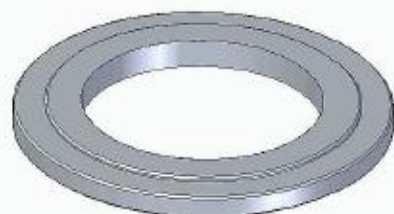
- 1) 由于错接线路导致设备电路烧损
- 2) 未按规程请裁判和现场技术确认，撞坏测头的
- 3) 操作失误机床碰撞的
- 4) 工件坐标对错撞刀的
- 5) 其它人员安全事故。

附件 1: 主轴装配图 (A3 纸打印)




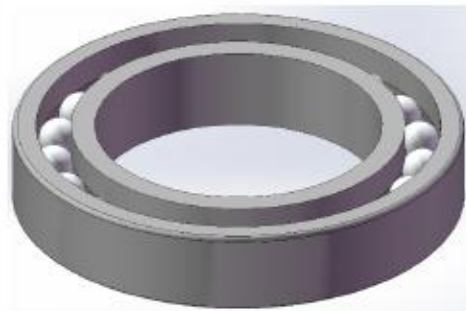



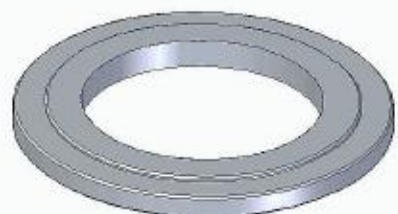




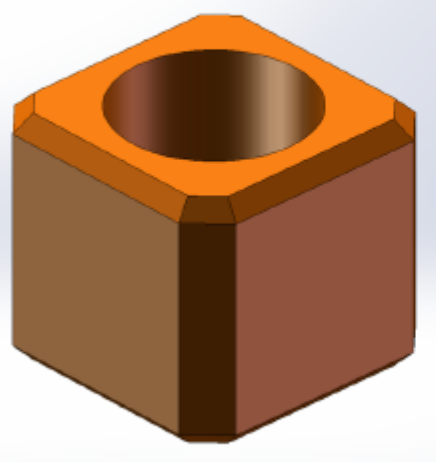
# 主轴零部件明细表

产品名称		亚龙智能装备集团股份有限公司	装配部件代号	YL-1506B-01	共 3 页
产品型号	YL-1506B		装配部件名称	主轴	第 1 页
主轴零部件明细表					
					
主轴	迷宫隔环外环	迷宫隔环内环	前轴承大(2 个)		
					
轴承隔套内环 (2 个)	轴承隔套外环	前轴承螺母	后轴承挡板		

# 主轴零部件明细表

产品名称		亚龙智能装备集团股份有限公司	装配部件代号	YL-1506B-01	共 3 页
产品型号	YL-1506B		装配部件名称	主轴	第 1 页
主轴零部件明细表					
					
主轴	迷宫隔环外环	迷宫隔环内环	前轴承大(2 个)		
					
轴承隔套内环（2 个）	轴承隔套外环	前轴承螺母	后轴承挡板		

## 主轴零部件明细表

产品名称		亚龙智能装备集团股份有限公司	装配部件代号	YL-1506A-01	共 3 页
产品型号	YL-1506A		装配部件名称	主轴	第 3 页
主轴零部件明细表					
					
定位键					

附件 2: 试切件毛坯图

